FICHE TECHNIQUE

HORTICULTURE ENNEMIS DES CULTURES

COMMANDE N° 05-070

NOVEMBRE 2005

AGDEX 257/625

Ontario Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

MALADIES BACTÉRIENNES DE LA TOMATE : TACHE BACTÉRIENNE, MOUCHETURE BACTÉRIENNE, CHANCRE BACTÉRIEN

J. LeBœuf, D. Cuppels, J. Dick, R. Pitblado, S. Lœwen, M. Celetti

(Imprimé en janvier 2007)

INTRODUCTION

Voici trois maladies bactériennes courantes dans les champs de tomates de l'Ontario : la tache bactérienne, causée par *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria;* la moucheture bactérienne, causée par *Pseudomonas syringae* pv. *tomato;* et le chancre bactérien, causé par *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis.*

En Ontario, les maladies bactériennes reviennent avec plus ou moins de vigueur saison après saison. Elles ne sont pas toujours destructrices, mais quand les conditions leur sont favorables, les pertes de valeur marchande peuvent atteindre 60 % dans certains champs.

Les dommages causés par ces maladies vont des taches peu accentuées sur le feuillage à la défoliation presque totale du plant, avec les conséquences qui en découlent sur la photosynthèse et le potentiel de rendement. Les fruits qui présentent des lésions sont déparés et difficiles à commercialiser tant sur le marché frais que sur celui de la transformation (surtout pour le marché des tomates entières ou en dés). Les lésions nuisent au pelage des tomates. La défoliation, en exposant le fruit, le rend du coup vulnérable à l'insolation et à une mauvaise coloration. Ajoutons à cela les pourritures secondaires qui sont également à craindre.

Les lésions sur les fruits peuvent faire augmenter les coûts liés au tri, tant pour les producteurs de tomates destinées au marché frais que pour les producteurs de tomates de transformation. Ces derniers risquent aussi de se voir imposer de plus fortes retenues pour tare excessive ou de ne pouvoir respecter le tonnage prévu au contrat. Selon le marché auquel le produit est destiné, une maladie bactérienne peut signifier une teneur en matières sèches réduite, des coûts accrus, le ralentissement des opérations et un moins bon rendement après pelage pour les transformateurs. Ces derniers risquent aussi de ne pas atteindre leurs objectifs de production.

La lutte contre les maladies bactériennes de la tomate doit miser sur la prévention et doit commencer bien avant la mise en place des plants de tomate. Les fournisseurs de semences, les producteurs de plants, les transformateurs, les chercheurs, les vulgarisateurs et les conseillers en cultures ont tous un rôle à jouer.

AGENTS PATHOGÈNES

Les bactéries pathogènes ont besoin d'humidité pour se multiplier. Un feuillage mouillé par de la pluie, du brouillard, de la rosée, une forte humidité ou l'irrigation peut fournir aux bactéries un milieu propice à leur prolifération. La crête de croissance et d'infectiosité d'un agent pathogène s'observe à l'intérieur d'une fourchette de températures précise (voir tableau 1). En dehors de cette fourchette, les agents pathogènes se multiplient beaucoup plus lentement.

TABLEAU 1. Fourchettes de températures optimales pour la croissance des agents responsables des maladies bactériennes de la tomate

Maladie	Organisme responsable	Températures optimales
Tache bactérienne	*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*	24–30 °C
Moucheture bactérienne	*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*	18–24 °C
Chancre bactérien	*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*	24–32 °C

2007-01748/

Figure 1 : Lésions de la tache bactérienne sur des feuilles de tomate.

Figure 2 : Défoliation et symptômes de la tache bactérienne sur les fruits d'un plant de tomate.

TACHE BACTÉRIENNE

Symptômes

L'agent pathogène responsable de la tache bactérienne peut produire des lésions sur toutes les parties aériennes du plant (feuilles, tiges, fleurs et fruits). Il est difficile, en se fiant uniquement aux signes visibles de la maladie, de distinguer avec certitude la tache bactérienne de la moucheture bactérienne, surtout dans ses premières manifestations.

La tache bactérienne se manifeste d'abord par de petites lésions sombres circulaires ou de forme irrégulière, qui sont entourées d'une auréole jaune. Les lésions ont tendance à se concentrer sur le pourtour et aux extrémités des feuilles. Elles peuvent atteindre un diamètre de 3–5 mm. Les feuilles infectées peuvent paraître roussies. Quand les taches sont nombreuses, le feuillage jaunit et finit par mourir, ce qui entraîne la défoliation de la partie inférieure du plant.

Les lésions sur les pédicelles peuvent provoquer l'avortement des fleurs, donc des pertes de rendement et des fruits fendus.

L'infection initiale se produit uniquement sur les fruits verts. C'est que la maladie se transmettrait par les soies des fruits, que ces derniers n'ont plus une fois à maturité. La maladie apparaît sur le fruit sous la forme de petites taches

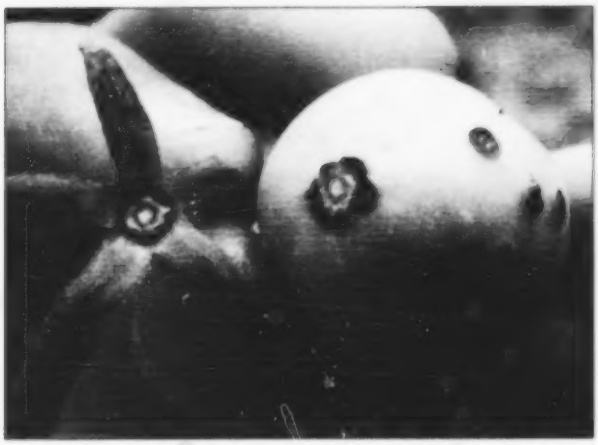

Figure 3 : Lésions de la tache bactérienne sur le fruit et sous les sépales.

Figure 4 : Lésions de la tache bactérienne sur le feuillage et début de lésion sur le fruit. La tache bactérienne se manifeste parfois par des lésions blanchâtres qui rappellent le chancre bactérien.

en relief allant du brun foncé au noir. Ces taches sont parfois entourées d'une auréole blanche qui les fait ressembler aux taches ocellées (en forme d'œil) caractéristiques du chancre bactérien. À mesure que le fruit vieillit, les auréoles blanches disparaissent. Dans le cas du chancre bactérien, au contraire, les lésions sur les fruits conservent leur auréole blanche. Les lésions de la tache bactérienne s'étendent jusqu'à 4–6 mm de diamètre. Elles brunissent, prennent un aspect huileux et se couvrent parfois de croûtes.

Inoculum et propagation

La principale source d'inoculum serait les semences et les résidus de culture infectés. Tout comme l'agent responsable de la moucheture bactérienne, l'inoculum peut aussi être présent sur les repousses de tomate et sur les surfaces contaminées (machinerie, clayettes, structures des serres, outils). La propagation des bactéries est surtout imputable aux éclaboussures d'eau, aux gouttelettes de pluie poussées par le vent, ou aux brouillards accompagnant des épisodes

de pluie. Au champ, la machinerie et les travailleurs sont sans doute moins en cause que dans les serres, sauf si des interventions, comme l'élagage ou le travail du sol, n'endommagent en même temps les plants.

Les bactéries envahissent le plant à la faveur des orifices naturels (stomates et hydatodes) ou des blessures résultant de l'effet abrasif des particules de sol emportées par le vent, de l'attaque des insectes ou de causes mécaniques (travailleurs, vents violents, pressions élevées des pulvérisateurs).

Organisme causal

Les bactéries responsables de la tache bactérienne font partie des xanthomonades. Selon des études taxonomiques récentes, celles-ci appartiendraient à l'un des quatre groupes suivants : A, B, C et D. Le nom qui avait d'abord été donné à ces bactéries, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, est toujours bon, mais on croit depuis peu que chaque groupe pourrait représenter une espèce différente. Le groupe D est devenu le groupe prédominant en Ontario, ce qui a de quoi préoccuper, car des études récentes indiquent que cette forme serait particulièrement envahissante et qu'elle résisterait à l'hiver sous les conditions que l'on connait dans le sud de l'Ontario. On classe aussi les xanthomonades responsables de la tache bactérienne en races dont certaines n'infectent que les tomates ou que les poivrons, tandis que d'autres infectent les deux cultures.

La variabilité génétique des xanthomonades responsables de la tache bactérienne complique le travail des sélectionneurs, qui cherchent à mettre au point des cultivars de tomate affichant une résistance stable. Les pathologistes n'ont pas la tâche plus facile dans leur quête d'un moyen de combattre la maladie. Si l'amélioration de la résistance génétique ou les mesures de lutte chimique ne visent qu'une souche à la fois, les bactéries s'attaqueront tout simplement à des souches plus tolérantes.

MOUCHETURE BACTÉRIENNE

Symptômes

Les lésions de la moucheture bactérienne peuvent apparaître n'importe où sur le feuillage, les tiges ou les fruits. Les symptômes sont très difficiles à différencier de ceux qui sont causés par la tache bactérienne. Ils ressemblent aussi beaucoup aux premiers symptômes de la brûlure alternarienne. Sur les feuilles, la moucheture bactérienne se manifeste par de petits points noirs qui, habituellement, ne font pas plus de 2 mm de diamètre et sont entourés d'une auréole jaune. Les mouchetures déforment parfois les feuilles en restreignant l'expansion des tissus foliaires. Souvent, les lésions sont concentrées près du pourtour des feuilles qui, dans certains cas, est totalement brûlé comme s'il s'agissait d'un chancre bactérien. En grand nombre, les mouchetures finissent

Figure 5 : Lésions de la moucheture bactérienne sur une foliole de tomate. Les lésions amènent une déformation de la feuille à mesure que celle-ci grossit.

Figure 6 : Lésions de la moucheture bactérienne sur des feuilles de tomates.

Figure 7 : Lésions de la moucheture bactérienne sur la tomate et les feuilles.

par se fondre et faire mourir toute la foliole. Les plantules gravement infectées rabougrissent.

Seuls les fruits verts de moins de 3 cm de diamètre sont sensibles aux infections par l'agent responsable de la moucheture bactérienne. Sur le fruit, la maladie se manifeste par l'apparition de petites taches noires (de moins de 1–3 mm), légèrement surélevées et souvent cernées d'une fine auréole allant du vert au jaune. Les lésions, habituellement superficielles, peuvent être détachées avec l'ongle. Une fois que les fruits sont rouges, ils ne sont plus vulnérables aux infections, car ils sont alors dépourvus de soies. Celles-ci, en se brisant, offrent en effet une porte d'entrée aux bactéries. Sur les fruits déjà infectés, des lésions noires apparaissent après le mûrissement.

Inoculum et propagation

Les sources d'inoculum de la moucheture bactérienne et les méthodes de propagation sont les mêmes que dans le cas de la tache bactérienne (voir plus haut). Des études montrent que l'organisme responsable de la moucheture peut survivre jusqu'à 20 ans dans les anfractuosités et les cavités du tégument des graines de tomate.

Organisme causal

La moucheture bactérienne est causée par *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Deux races sont présentes en Ontario : la race 0 et la race 1. Le gène Pto, découvert par des chercheurs ontariens, confère une résistance à la race 0.

Cette bactérie produit un certain nombre de composés qui favorisent l'infection et puisent des éléments nutritifs dans le plant de tomate. L'un de ces composés est la coronatine, une toxine spécifique des végétaux qui est responsable de l'auréole jaune entourant les lésions foliaires et du rabougrissement des plantules. La majorité des souches de la moucheture bactérienne qui ont été isolées dans les champs de tomate de l'Ontario sont soit résistantes, soit tolérantes aux bactéricides cupriques.

CHANCRE BACTÉRIEN

Symptômes

Le chancre bactérien, qui peut faire suite à une infection primaire (systémique) ou à une infection secondaire (foliaire), se manifeste par un éventail de symptômes.

Les infections primaires sont attribuables à des semences infectées ou à l'invasion par les bactéries des tissus vasculaires des plantules. Les symptômes, qui ne se manifestent parfois que plusieurs semaines après l'infection, commencent par le flétrissement des feuilles inférieures qui s'enroulent vers le bas. En général, le flétrissement gagne progressivement en hauteur, à moins que le point d'infection ne se situe dans le haut du plant. Il est fréquent que les feuilles ou le plant ne soient flétris que

Figure 8 : Symptômes du chancre bactérien sur le fruit et les folioles de tomate accompagnés de l'enroulement vers le haut du pourtour des feuilles.

Figure 9 : Symptômes du chancre bactérien sur une foliole de tomate, montrant le liséré jaune entre les tissus vivants et les tissus nécrosés.

Figure 10 : Lésions du chancre bactérien sur une tomate.

d'un seul côté. Il arrive que les plants s'effondrent et meurent, surtout si l'infection survient dans les premiers stades de croissance. En général, les plants survivent, mais sont rabougris et présentent une partie ou l'ensemble des symptômes décrits ci-dessus, selon l'environnement et le stade de croissance.

Les feuilles de tomate qui sont infectées par l'organisme responsable du chancre bactérien ont des pourtours noirs caractéristiques, sans autres taches sur le limbe, si ce n'est, parfois, un liséré jaune étroit entre les pourtours nécrosés et les tissus sains.

Coupées longitudinalement, les tiges infectées peuvent présenter une coloration brun pâle surtout perceptible aux nœuds et juste au-dessus du collet. Au fur et à mesure que la maladie progresse, la teinte devient brun rougeâtre. L'extérieur de la tige peut se couvrir de stries de couleur claire. Ces stries peuvent foncer et former des chancres en s'ouvrant. Quand les infections sont sévères, un suintement jaune peut exsuder des tiges lorsqu'on les presse après les avoir coupées.

Sur les fruits, peuvent apparaître des taches ocellées relativement petites. Ces taches ont un centre brun pâle et sont ordinairement entourées d'une auréole blanche d'aspect huileux (de 3–6 mm de diamètre). Dans le cas des lésions causées par le chancre bactérien, l'auréole blanche reste normalement visible sur le fruit mûr, tandis que dans le cas de la tache bactérienne, l'auréole disparaît avec le temps. Le chancre bactérien peut aussi entraîner le noircissement des tissus vasculaires à l'intérieur du fruit. Celui-ci est parfois ponctué de taches noires le long de ses faisceaux vasculaires, sous le calice. Les bactéries responsables du chancre bactérien peuvent proliférer dans les faisceaux vasculaires à l'intérieur du fruit et se propager jusqu'aux graines. Il s'ensuit des stries jaunâtres visibles depuis la tige jusqu'aux graines et des infections internes des graines.

Dans le cas des infections secondaires, il se forme sur la bordure des feuilles, des taches brun ou noir délimitées par un liséré jaune (chlorotique) étroit. Il arrive que les folioles s'enroulent vers le haut. Des taches ocellées peuvent aussi apparaître sur le fruit, comme dans le cas d'une infection systémique. Les infections secondaires (qui ne touchent pas au réseau vasculaire) ont souvent peu de répercussions sur la culture, surtout lorsqu'elles surviennent tard dans la saison.

Inoculum et propagation

La semence infectée est probablement la plus grande source d'inoculum dans le cas des infections primaires (systémiques). Les bactéries peuvent être présentes à la surface des graines, mais aussi dans les couches profondes du tégument. Il est de ce fait plus difficile d'enrayer par un traitement des semences l'agent responsable du chancre que les agents responsables de la tache bactérienne et de la moucheture bactérienne.

L'agent pathogène peut aussi être introduit par des résidus de culture infectés, des mauvaises herbes ou des plants de tomate spontanés qui l'abritent, ainsi que par du matériel contaminé. Des études réalisées dans le nord du Midwest américain montrent que l'organisme peut survivre à l'hiver dans des résidus de culture. La rotation des cultures et le travail du sol avant les semis réduisent toutefois les risques de transmission de la maladie par les résidus de culture.

Les bactéries responsables du chancre pénètrent dans le plant par les orifices naturels et par les blessures, y compris celles qui sont infligées aux racines. Les coupes faites lors de l'élagage ou de la mise en place des plants peuvent introduire les bactéries directement dans le réseau vasculaire et provoquer des infections systémiques plus graves.

Les infections se propagent par les éclaboussures d'eau, la pluie poussée par le vent et l'eau en fines gouttelettes ou en aérosol accompagnant les épisodes de pluie intense. Dans le champ, la dissémination des bactéries par la machinerie ou les travailleurs n'est sans doute pas aussi importante qu'elle ne l'est dans les serres servant à la production de plants où la densité de peuplement est élevée et où les bactéries connaissent des conditions de croissance optimales.

Organisme causal

Le chancre bactérien est causé par *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

MALADIES ET TROUBLES AUX SYMPTÔMES SEMBLABLES

La brûlure alternarienne et la tache septorienne sont deux maladies cryptogamiques (causées par des champignons) qui se manifestent par des taches sur les feuilles de tomate. Dans les premiers stades, les lésions de la brûlure alternarienne ressemblent à celles qui sont causées par les maladies bactériennes et sont souvent elles aussi entourées d'une auréole jaune. Rechercher les anneaux concentriques sombres caractéristiques de la brûlure alternarienne. Les lésions causées par la brûlure alternarienne grossissent et prennent des formes anguleuses avec le temps. Les lésions attribuables à la tache septorienne sont faciles à distinguer en raison de leurs centres ocre clair ponctués de petits points noirs formés par les pycnides faciles à voir à la loupe. Le jaunissement du feuillage est rare dans le cas de la tache septorienne tant que les lésions ne sont pas nombreuses. Cette maladie cryptogamique ne produit pas non plus les petites lésions noires sur les fruits qui sont caractéristiques de la moucheture ou de la tache bactérienne, ni les taches ocellées propres au chancre bactérien.

Figure 11 : Lésions de la brûlure alternarienne sur une feuille de tomate.

Figure 12 : Lésions de la tache septorienne sur une feuille de tomate.

Figure 13 : Feuilles de tomate jaunies et présentant des lésions en V dues à la flétrissure verticillienne.

Les dommages dus à l'ozone peuvent aussi causer l'apparition de taches sur les feuilles de tomate, tout comme ils peuvent donner des feuilles qui jaunissent, deviennent violacées, luisantes ou enroulées. Les dernières feuilles sont les plus sensibles. On peut souvent observer les mêmes symptômes chez des espèces sensibles à proximité. Sur les fruits, les dommages causés par la grêle et les piqûres d'insectes peuvent rappeler les lésions causées par les maladies bactériennes.

Le flétrissement accompagnant une infection systémique par le chancre bactérien peut être confondu avec celui que provoque la flétrissure verticillienne. En plus, celle-ci peut également provoquer le flétrissement des feuilles d'un seul côté du plant ou des feuilles, ainsi que le brunissement du réseau vasculaire à proximité du collet. La flétrissure verticillienne entraîne un jaunissement important du feuillage et des lésions en V qui s'étendent vers l'extrémité des feuilles. La flétrissure bactérienne, une autre maladie qui provoque le flétrissement du plant, provoque quant à elle une altération plus marquée de la couleur des tissus vasculaires et de la tige, qui peut s'étendre jusque bien en deçà du niveau du sol. Comme la flétrissure bactérienne ne survit pas aux hivers ontariens, elle ne peut frapper que les plants en provenance du sud des États-Unis. (Une race de la flétrissure bactérienne [race 3 biovar 2] est à même de survivre à l'hiver sous des climats nordiques, mais cette forme ne s'est pas encore établie ni aux États-Unis, ni au Canada. Cette race fait partie des organismes nuisibles réglementés et est justiciable de quarantaine). La foudre et la flétrissure du noyer (transmise aux plants qui poussent à proximité de noyers noirs) sont d'autres causes pouvant provoquer le flétrissement des plants.

DIAGNOSTIC

Échantillonnage

En vue d'un diagnostic, choisir des plants représentatifs dès que les premiers symptômes apparaissent. Soumettre au laboratoire autant de tissus que possible, ou plusieurs plants présentant une variété de symptômes.

Envelopper la partie aérienne des plants dans du papier journal, puis dans un sac de plastique. Insérer le système racinaire dans un sac de plastique distinct bien refermé au collet pour éviter que les racines ne s'assèchent ou que la terre ne contamine les feuilles. Ne pas ajouter d'humidité, ce qui pourrait accélérer la détérioration des tissus durant le transport. Bien protéger les spécimens et les expédier dans une boîte solide pour éviter qu'ils ne s'endommagent pendant le transport. Protéger les spécimens de tout excès de chaleur ou du gel et les expédier au laboratoire de diagnostic dès que possible par courrier de première classe ou par messagerie. Le faire en début de semaine.

Services de diagnostic

Pour de l'information sur les services de diagnostic phytosanitaire offerts en Ontario, consulter la publication 363F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des

Affaires rurales de l'Ontario (MAARO), *Recommandations pour les cultures légumières.*

LUTTE

Stratégies générales

Afin d'élaborer une stratégie de lutte qui soit efficace, il est important de savoir différencier les caractéristiques des agents pathogènes bactériens et des agents pathogènes cryptogamiques. Les champignons pathogènes se multiplient par leurs spores. Celles-ci sont emportées par le vent ou d'autres modes vers de nouvelles plantes hôtes où elles germent et croissent directement dans les tissus végétaux. Les bactéries pathogènes se propagent quant à elles surtout par l'eau. La pluie poussée par le vent peut les transporter sur de longues distances. Les systèmes d'irrigation par aspersion contribuent aussi à la propagation des bactéries. Une fois que celles-ci atteignent une plante, elles ont besoin d'une blessure ou d'un orifice naturel pour pénétrer dans la plante et déclencher une infection. Les bactéries se multiplient beaucoup plus rapidement que les champignons; sous des conditions optimales, elles produisent une nouvelle génération toutes les 90 minutes.

Même si les bactéries succombent relativement facilement aux désinfectants quand elles se trouvent sur des surfaces inertes et lisses, elles sont difficiles à enrayer sur des végétaux. Les désinfectants s'utilisent du reste difficilement sur des cultures, car ils risqueraient d'endommager les tissus végétaux. Les bouillies à base de cuivre insoluble doivent absolument venir en contact direct avec les bactéries pour être efficaces. Dès que les bactéries se trouvent à l'intérieur des feuilles (dans les stomates, les hydatodes ou des blessures) et même dans des fissures à la surface des feuilles, elles sont protégées et continuent à se multiplier. Dans le cas des maladies cryptogamiques, les traitements fongicides préviennent la germination des spores et la formation d'un feutre mycélien, ce qui permet de maîtriser les infections et de freiner leur propagation.

Les stratégies de lutte contre les maladies bactériennes de la tomate ont plusieurs facettes. Comme il est difficile d'enrayer les bactéries une fois qu'elles ont infecté une culture, la prévention constitue la première ligne de défense. Comme il n'existe à l'heure actuelle aucune mesure qui permette de confirmer à peu de frais que des plants sont exempts des agents pathogènes, les producteurs doivent adopter un programme préventif dès les premiers stades de croissance.

Des expériences ont montré que si l'on parvient à repousser le déclenchement d'une maladie bactérienne après le gros de la nouaison, la culture sera très peu affectée. Une fois que les parties aériennes sont entièrement développées, une incidence faible d'une maladie bactérienne sur le feuillage sera tolérée. Comme les lésions sur les fruits, qui nuisent tant au rendement commercialisable, ne peuvent apparaître que sur de jeunes fruits, les mesures de lutte déployées avant la fructification sont des plus utiles.

Les plants soumis à des facteurs de stress sont plus sensibles aux maladies que les plants qui poussent dans des conditions idéales. Si le producteur est impuissant face à certains facteurs de stress environnementaux, il peut néanmoins intervenir quand il s'agit de réduire le stress causé par la sécheresse, un excès d'eau, le compactage ou une mauvaise structure du sol, la présence de mauvaises herbes, d'insectes ou d'autres maladies et le travail au champ. Ce sont souvent les cultivars hâtifs qui semblent souffrir le plus des maladies bactériennes. Les températures fraîches et les facteurs de stress qui peuvent être fréquents en début de saison sont sans doute un facteur aggravant.

Les recommandations de lutte qui suivent reposent sur l'information qui précède concernant la biologie des organismes pathogènes et la réaction des cultures.

Méthodes culturales

Semences

Idéalement, seule de la semence exempte de maladies devrait être employée pour la culture de la tomate. Dans les faits, il est impossible d'avoir la certitude que l'on utilise de la semence entièrement saine, ce qui oblige à prendre d'autres mesures pour atténuer les risques d'infection.

On ne peut se fier uniquement à l'extraction, que ce soit par fermentation ou par l'emploi d'acide, pour éliminer les bactéries à la surface des semences. L'extraction doit être suivie d'une désinfection à l'eau chaude, à l'acide ou au chlore. Tous les lots de semence devraient être désinfectés par l'une ou l'autre de ces méthodes.

La désinfection à l'eau chaude est la méthode la moins conseillée, car la nécessité de maintenir la semence viable oblige à limiter la température de l'eau et la durée du traitement. Le traitement à l'eau chaude offre par contre l'avantage de pouvoir être fait à la ferme avec du matériel relativement facile à se procurer et est quand même préférable à aucun traitement. Il est important de respecter rigoureusement la marche à suivre afin d'endommager le moins possible la semence. Malgré cela, il faut s'attendre à ce que ce genre de traitement réduise considérablement le pouvoir germinatif de certains lots de semence.

Les traitements à l'acide et au chlore sont difficiles à réaliser à la ferme. Ces traitements sont risqués pour les semences si les protocoles ne sont pas suivis à la lettre. En général, les producteurs doivent se fier à l'assurance

donnée par leur fournisseur qu'il a désinfecté la semence adéquatement.

Les traitements à l'acide et au chlore sont très efficaces contre la tache bactérienne et la moucheture bactérienne, pour peu qu'ils soient faits correctement. Dans le cas du chancre bactérien, il faut s'attendre à ce que survivent certaines bactéries logées à l'intérieur du tégument.

Une désinfection efficace des semences est de toute première importance dans la lutte contre les maladies bactériennes des tomates. Il appartient au producteur de se renseigner auprès de son fournisseur de semence sur les traitements de désinfection qu'ont subis les lots de semence qu'il achète. Voici des questions auxquelles le fournisseur devrait être à même de répondre :

- **Quelle méthode de désinfection a été utilisée?** Il y a les traitements à l'eau chaude, à l'acide et au chlore dont il est question plus haut, mais d'autres désinfectants et méthodes sont actuellement à l'étude, notamment les micro-ondes, les ultrasons (sonication) et la pression hydrostatique.

- **Comment s'assure-t-on que les graines ont toutes été convenablement traitées?** Le prétrempage est nécessaire pour assurer la séparation des graines. Celles qui restent collées ensemble ont nécessairement des surfaces qui échappent au traitement. Des recherches montrent qu'une heure de prétrempage est insuffisant. Sous certaines conditions, les graines peuvent avoir besoin de 18 heures de prétrempage pour être bien séparées. L'agitation est nécessaire pour garantir que toutes les surfaces des graines soient uniformément exposées à la solution désinfectante.

- **Les solutions désinfectantes sont-elles vérifiées pour garantir le maintien des concentrations, du pH et des températures recherchés? À quelle fréquence le sont-elles?** La matière organique désactive le chlore, dont l'efficacité est également influencée par le pH de la solution. Le maintien du bon pH est évidemment primordial dans le cas d'un traitement à l'acide.

- **Des tests sont-ils faits sur des échantillons des lots de semence traitée pour vérifier l'absence de bactéries pathogènes?** Les tests sont coûteux à réaliser, car ils obligent à utiliser de grandes quantités de semence qui sont détruites au cours du procédé. Toutefois, si le fournisseur est à même de produire des résultats de tests négatifs relativement à des échantillons représentatifs de ses lots de semence, ses allégations de semence exempte de maladie sont plus crédibles. Garder à l'esprit qu'un test négatif ne signifie pas nécessairement que la semence est effectivement exempte de toute bactérie pathogène. Un test négatif signifie simplement que dans l'échantillon de semences soumises au test, le nombre de bactéries présentes se situait sous le seuil de détection.

- D'autres étapes du processus de désinfection peuvent aussi comprendre le délintage des graines et des rinçages de neutralisation. Ces étapes sont tantôt utilisées, tantôt non, selon la méthode employée. Après la désinfection, la semence est asséchée et peut ensuite recevoir un traitement pesticide ou un enrobage.

Sous des conditions propices à l'éclosion d'une maladie, il suffit d'une seule graine infectée sur 10 000 pour déclencher un foyer d'infection.

Traitement à l'eau chaude

Placer la semence dans un sac de coton tissé peu serré (comme de la gaze ou de la toile à fromage). Laisser amplement d'espace dans le sac pour que les graines puissent s'y déplacer facilement. Préchauffer les graines pendant 10 min dans de l'eau à 37 °C (100 °F). Placer les graines préchauffées dans l'eau chaude à 50 °C (122 °F) pendant 25 min, en surveillant constamment la température. Refroidir immédiatement les graines en les plongeant dans un bain d'eau froide pendant 5 min. Laisser sécher à fond. S'attendre à perdre 5–10 % de semence viable.

Production de plants

En suivant un protocole de désinfection efficace, le fournisseur de semence a tout fait pour s'assurer d'offrir de la semence saine. Il appartient ensuite au producteur de plants de prendre les précautions voulues pour éviter que la semence ou les plantules ne s'infectent dans la serre.

Les producteurs de plants doivent se doter de bonnes pratiques sanitaires. Il existe toutes sortes d'installations de productions de plants destinés au marché du frais et au marché de la transformation, mais en général, voici les pratiques sanitaires que ces installations ont en commun :

- Débarrasser la serre de toutes les matières végétales avant le départ d'une nouvelle culture.

- Maitriser les mauvaises herbes dans la serre ainsi qu'à ses abords.

- Au démarrage de la culture, utiliser des plateaux et des mélanges d'empotage stériles.

- Utiliser si possible de nouveaux plateaux stériles ou désinfecter convenablement les plateaux ayant déjà servi en les soumettant à un traitement par

solarisation ou en les lavant avec un désinfectant (pour plus d'information, voir la section consacrée à la production de plants dans la publication 363F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures légumières*).

- Désinfecter les clayettes, les outils, le matériel et les surfaces de la serre avant la saison de culture; faire tremper les supports en bois dans une solution désinfectante pendant au moins 1 heure.

- Éviter tout contact entre les lots de semence — assainir le matériel et bien se laver les mains entre les lots; séparer physiquement les lots les uns des autres dans la serre.

- Éviter tout contact entre les semences et plants de tomate et les semences et plants de poivron — assainir le matériel et bien se laver les mains avant de passer d'une culture à l'autre, et maintenir une barrière physique entre les cultures (l'idéal étant de ne produire qu'une culture par serre).

- Réduire au minimum la manutention et les déplacements dans la serre.

Une pratique culturale importante dans la lutte contre les maladies durant la production des plants consiste à éviter que les feuilles ne restent mouillées. S'efforcer de réduire le nombre d'heures où les feuilles sont mouillées en minutant les arrosages, en surveillant l'humidité relative, la ventilation et le chauffage.

Utiliser des buses à basse pression pour arroser afin de réduire au minimum les dommages causés aux plants et les risques de contamination par les éclaboussures d'eau.

Éviter de manipuler ou d'expédier les plants quand ils sont mouillés. Des feuilles mouillées et de l'eau qui dégoutte des remorques où sont placés les plants provoquent à coup sûr la propagation de maladies et la prolifération des bactéries.

Culture de plein champ

Étant donné que les trois bactéries pathogènes peuvent survivre dans des résidus de végétaux, il faut alterner dans la rotation les tomates avec d'autres cultures qui ne sont pas des plantes-hôtes. Si l'on prend soin de bien enfouir les résidus de la culture de tomate dans les 15 premiers cm de sol (6 po) de manière à en accélérer la décomposition, une rotation sur trois ans devrait faire l'affaire. Combattre les mauvaises herbes et les repousses spontanées de tomate dans le champ et à ses abords, car elles constituent un réservoir pour les maladies.

Veiller à ce que le sol soit bien drainé et suffisamment fertile. Après de fortes pluies, l'excès d'eau doit être évacué le plus tôt possible en drainant les zones détrempées à l'aide de colonnes descendantes, par exemple.

Si possible, séparer les lots de végétaux dans des champs différents. Envisager d'utiliser une culture haute qui crée un obstacle entre les lots et les champs avoisinants en prenant soin toutefois de maintenir une bonne circulation d'air à l'intérieur du champ.

Éviter de procéder à la mise en place des plants quand les feuilles sont mouillées. Il est bon de faire tremper les plateaux multi-cellules pour mouiller les mottes, mais il faut prendre garde de mouiller le feuillage.

En principe, les travailleurs ne devraient pas circuler dans les champs quand le feuillage est mouillé, bien que cela ne soit pas toujours possible. Garder à l'esprit que plus les infections sont précoces, plus elles ont de temps pour causer des dommages. Rappelons également que les lésions sur les fruits apparaissent lorsque ceux-ci sont encore verts. Les symptômes foliaires de fin de saison sont peu préoccupants.

Si l'on utilise un système d'irrigation par aspersion, il vaut mieux opter pour un système à basse pression, afin de réduire au minimum les éclaboussures d'eau et les dommages causés aux plants. Si l'on ne dispose que d'un système d'irrigation par aspersion, il importe de soupeser les avantages de l'irrigation par rapport aux risques de dissémination des maladies qui y sont associés. Les plants déjà soumis à un stress résisteront moins bien à l'éclosion d'une maladie.

Génétique

Tache bactérienne

Il existe depuis au moins 20 ans des programmes de sélection génétique axés sur la résistance à la tache bactérienne. Le travail se trouve compliqué par la présence d'au moins quatre groupes (qui seraient peut-être en fait des espèces différentes) de pathogènes responsables de la tache bactérienne chez la tomate. Récemment, des lignées de tomate ont été identifiées comme affichant une résistance à de multiples races de bactéries causant la tache bactérienne. Du fait de la diversité des agents pathogènes en cause, il reste à voir si des cultivars commerciaux appartenant à ces lignées seront résistants dans des conditions de culture de plein champ.

Moucheture bactérienne

Bon nombre de cultivars commerciaux affichent le gène Pto, qui confère une résistance à la race 0 de la moucheture bactérienne. À ce jour, la résistance a été maintenue chez les plants renfermant ce gène. La race 1

de la moucheture bactérienne, qui peut infecter des plants ayant le gène Pto, n'est pas préoccupant pour le moment dans les cultures commerciales.

Chancre bactérien

Des cultivars de tomate affichant une certaine résistance ou tolérance au chancre ont été introduits, mais la tolérance à cette maladie reste faible chez les cultivars commerciaux de tomate. Des travaux récents ont permis d'identifier deux gènes de la résistance au chancre bactérien. D'autres travaux seront nécessaires avant que des cultivars offrant une meilleure résistance ne soient offerts aux producteurs.

Produits chimiques

Les bactéricides à base de cuivre insoluble sont pour le moment les seuls produits chimiques efficaces qui soient homologués pour la lutte contre les maladies bactériennes de la tomate. Il faut savoir toutefois que de multiples populations de bactéries responsables de la moucheture bactérienne qu'on retrouve en Ontario affichent une résistance au cuivre. Dans certaines régions des É.-U., une résistance est aussi apparue chez les bactéries responsables de la tache bactérienne. Il reste que les produits cupriques demeurent utiles en Ontario pour combattre la tache bactérienne et le chancre bactérien.

Des recherches menées notamment au Collège de Ridgetown (Université de Guelph) et à Agriculture et Agroalimentaire Canada montrent que les pulvérisations foliaires de bouillies cupriques réduisent la numération bactérienne sur le feuillage de tomate. Selon la quantité de bactéries présentes et selon la taille et la vitesse de croissance des plants, des traitements répétés à intervalles d'au plus 7 jours peuvent être nécessaires. Les bouillies cupriques sont moins efficaces, pour ne pas dire plus efficaces du tout, quand les intervalles sont plus longs entre les traitements. Un bon recouvrement du feuillage est important tout comme l'utilisation des doses recommandées.

On ne connaît pas trop pour le moment l'influence que peut avoir le pH de la bouillie sur l'efficacité des traitements à base de cuivre insoluble. L'action du cuivre insoluble sur les bactéries est due aux ions cupriques libres dans la bouillie, dont la concentration change en fonction du pH. La formulation des pesticides commerciaux comprend en général des tampons, des surfactants et d'autres additifs qui assurent l'efficacité du produit sous des conditions données (y compris le pH de la solution à pulvériser). Respecter les directives du fabricant en ce qui concerne les mélanges et l'application, car à fortes doses, les ions cupriques peuvent léser les tissus végétaux.

Les bactéries se reproduisent très rapidement. Même si des pulvérisations foliaires peuvent débarrasser la surface des feuilles des bactéries, en peu de temps, celles qui se trouvent à l'intérieur des feuilles et celles qui se trouvaient sur les feuilles mais qui ont échappé au traitement (faute d'un recouvrement suffisant) peuvent reconstituer la population et déclencher une infection.

Dans le passé, les pulvérisations de bouillies cupriques ne se faisaient pas au moment optimal. Les producteurs ne sont pas tous chaque année aux prises avec des maladies bactériennes. Ils avaient l'habitude de ne recourir aux traitements cupriques intensifs qu'à partir du moment où des lésions apparaissaient. Il est reconnu aujourd'hui que les traitements commencés après l'apparition des symptômes sont inutiles. Pour que des symptômes se manifestent, il faut que les populations de bactéries soient déjà très importantes. Les efforts qui sont alors déployés pour les éradiquer sont vains.

Les dernières recommandations visant les traitements cupriques applicables à la production de plants en serre et à la culture de plein champ se trouvent dans la publication 363F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures légumières*. Ces recommandations, qui doivent être suivies à la lettre pour donner des résultats, décrivent un programme préventif. Il est parfois difficile de se décider à entreprendre un programme de pulvérisation contre les maladies bactériennes quand rien n'en laisse soupçonner la présence. Néanmoins, avec des semences saines, l'adoption des pratiques culturales (non chimiques) décrites ci-dessus et les pulvérisations préventives de cuivre dans la serre et au champ, relativement peu de pulvérisations seront nécessaires.

Si l'on se fie à bon nombre d'études réalisées en Amérique du Nord, le mélange en cuve de mancozèbe et de cuivre renforcerait la lutte contre les maladies bactériennes.

Voir la publication 363F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures légumières*, pour plus d'information sur les produits homologués et les recommandations les plus à jour sur la lutte contre les maladies bactériennes. Les producteurs sont aussi invités à s'enquérir auprès du transformateur avec qui ils font affaire ou de leurs acheteurs des restrictions ou des exigences particulières que celui-ci peut imposer relativement à l'usage de pesticides.

L'AVENIR

Voici des technologies actuellement à l'étude :

- **Bactériophages.** Les phages sont des virus qui infectent les bactéries. Les scientifiques ont réussi à produire des mélanges de phages qui sont inféodés à des populations de bactéries présentes dans une région donnée. Cette technologie se heurte surtout à la difficulté de maintenir une population de phages

viable sur le feuillage pendant un laps de temps suffisamment long.

- **Produits affichant une résistance systémique acquise (RSA).** Ce type de résistance bâtit ou renforce les défenses naturelles de la plante contre l'infection. Certains de ces produits se sont révélés prometteurs pour réduire les maladies bactériennes de la tomate et sont maintenant utilisés dans certaines zones de culture.
- **Bactériocines.** Les bactériocines sont des substances produites par des bactéries phytopathogènes qui antagonisent d'autres bactéries qui leur sont apparentées. Il reste à mettre au point des variantes génétiques avirulentes des bactéries pathogènes qui produisent les bactériocines recherchées et de trouver un moyen de les formuler de manière à en permettre l'utilisation sur les cultures.
- **Agents de lutte biologique microbiens.** Des travaux en cours visent à élaborer des agents de lutte biologique qui pourraient être utilisés dans les cultures de tomate en Ontario. De tels agents mis au point pour d'autres cultures commerciales sont déjà offerts aux É.-U.
- **Nouveaux produits.** Les scientifiques ont découvert plusieurs nouveaux produits qui ont le pouvoir de maîtriser les maladies bactériennes dans les cultures légumières. On trouve sur Internet la IR-4 New Products/Transitional Solutions List, une liste publiée aux É.-U. qui est mise à jour périodiquement et qui donne un aperçu des nouveaux produits et de leurs utilisations possibles, ainsi que de nouvelles applications possibles de produits moins récents.

Pour des recommandations à jour, voir l'édition la plus récente de la publication 363F du MAAARO, *Recommandations pour les cultures légumières*, ainsi que le site Web http://www.omafra.gov.on.ca.

Photos gracieusement offertes par :
Figure 1 : Diane Cuppels, Ph.D, AAC, London.
Figures 5, 6, 9, 10, 11, 12 : Ron Pitblado, Ph.D., Collège de Ridgetown, Université de Guelph.

La présente fiche technique a été rédigée par **Janice LeBœuf**, MAAARO, Ridgetown, Ontario; **Diane Cuppels**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, London, Ontario; **Jim Dick**, Tomato Solutions, Chatham, Ontario; **Ron Pitblado**, Collège de Ridgetown, Université de Guelph, Ridgetown, Ontario; **Steve Lœwen**, Collège de Ridgetown, Université de Guelph, Ridgetown, Ontario; **Michael Celetti**, MAAARO, Guelph, Ontario.

Centre d'information du MAAARO
1-877-424-1300
ag.info@omafra.gov.on.ca

www.omafra.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 05-069)

Ontario

01210100507 0